



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 101 33 019 C 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 01 F 13/00
C 03 B 7/14

⑳ Aktenzeichen: 101 33 019.7-52
㉔ Anmeldetag: 6. 7. 2001
㉕ Offenlegungstag: -
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 1. 2003

DE 101 33 019 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Fa. Hermann Heye i.Ins., 31683 Obernkirchen, DE

⑦④ Vertreter:
Sobisch & Callies, 37581 Bad Gandersheim

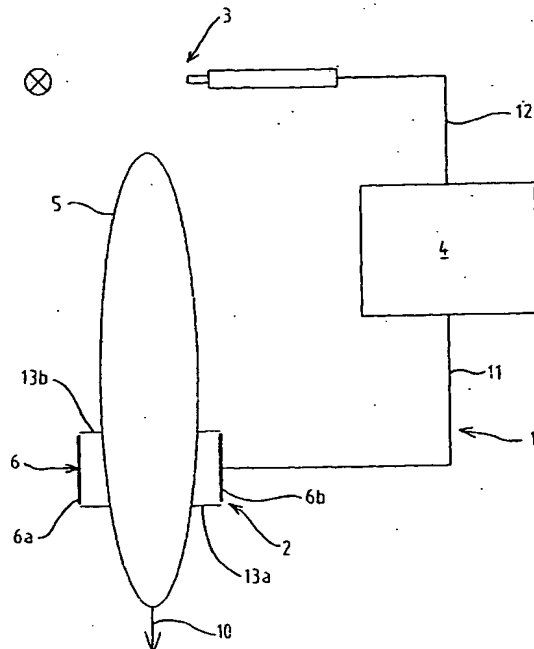
⑦② Erfinder:
Borchding jun., Karl F., 31717 Nordsehl, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	44 43 991 C1
DE	41 43 185 A1
CH	6 38 613 A5
US	42 05 973
EP	00 04 906 A
JP	07-23 927 A

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines frei fallenden, schmelzflüssigen Glastropfens

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines frei fallenden, schmelzflüssigen Glastropfens (5), der zur Formung eines Blasbehälters in einer Glasformmaschine vorgesehen ist. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Tropfen zwischen als Sensor (2) dienenden Platten (6a, 6b) von mindestens einem Kondensator (6) hindurch fallen gelassen wird, eine dadurch hervorgerufene Kapazitätsänderung des Kondensators gemessen wird, aus der Kapazitätsänderung die Breite des Tropfens bestimmt wird, ferner die Länge des Tropfens bestimmt wird und aus dem ermittelten Volumen des Tropfens und der bekannten Dichte des schmelzflüssigen Glases die Masse des Tropfens bestimmt wird. Das Verfahren ist weitgehend unabhängig von dem elektrischen Widerstand des zu messenden Glastropfens.



DE 101 33 019 C 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines frei fallenden, schmelzflüssigen Glastropfens, der zur Formung eines Glasbehälters in einer Glasformmaschine vorgesehen ist.

[0002] Bei der Herstellung von Glasbehältern in Glasbehälter-Produktionsanlagen findet die Formung des Glasbehälters heutzutage in der Regel in IS(Individual Section)-Glasformmaschinen statt. Diese verarbeiten in ihren einzelnen Sektionen in schneller Aufeinanderfolge Glastropfen, die über ein Speisersystem der Glasformmaschine zugeführt werden. Dazu werden unterhalb eines Speiserkopfes Glastropfen mittels einer Tropfenschere abgeschnitten und jeweils einer Sektion zugeführt. Über eine Dosiervorrichtung kann die Masse des Glastropfens verändert werden. Für die Herstellung von Glasbehältern hoher Qualität kommt es entscheidend darauf an, dass der Glasformmaschine Glastropfen mit über alle Sektionen konstanter Masse zugeführt werden.

[0003] Beim Press-Blas-Herstellungsverfahren wird die Tropfenmasse mittels einer Überwachung der Endstellung des Pressstempels in der Arbeitsposition konstant gehalten. Die Stempelstellung wird dabei entweder direkt gemessen oder indirekt über den Drehwinkel eines den Stempel antreibenden Servomotors ermittelt.

[0004] Da beim Blas-Blas-Herstellungsverfahren kein Pressstempel eingesetzt wird, sind für dieses Herstellungsverfahren optische Verfahren entwickelt worden, die mit Kameras die Tropfenform und damit das Volumen und die Tropfenmasse überwachen.

[0005] Ein solches Verfahren ist in der CH 638 613 A5 offenbart. Es arbeitet mit einer Zeilenkamera, die die jeweilige Tropfendicke erfasst. Die Abtastfrequenz wird proportional zur Geschwindigkeitserhöhung im freien Fall angehoben, damit die von der Kamera abgetastete Zeile stets äquidistante Scheiben des Tropfens erfasst. Dabei wird außer der Kamera und einer Lichtquelle ein Aufnehmer verwendet, der einen Startimpuls von einer Scherenbewegung ableitet. Unsicherheiten in der Startgeschwindigkeit des Tropfens werden nicht erfasst.

[0006] Ein weiteres optisches Verfahren ist in der US 4 205 973 offenbart. Bei diesem Verfahren wird eine weitere Zeilenkamera verwendet, die in einem Winkel von 90° zu einer ersten, entsprechend der CH 638 613 A5 vorgesehenen Zeilenkamera angeordnet ist. Anstelle eines Aufnehmers an der Schere werden zwei Lichtschranken verwendet. Somit werden Unsicherheiten in der Form und der Startgeschwindigkeit des Tropfens besser erfasst.

[0007] Ein weiteres optisches Verfahren ist in der DE 41 43 185 A1 beschrieben. Bei diesem Verfahren wird nicht eine Zeilenkamera, sondern eine Flächenkamera verwendet. Gewünschte Messwerte betreffend die Gewichtskontrolle von Glastropfen werden durch Interpolation einer Bildfolge abgeleitet, wobei Lichtschranken und/oder Scherenpositionsinitiatoren nicht benötigt werden.

[0008] Die beschriebenen Verfahren erfordern eine relativ großen technischen Aufwand zur Ermittlung der Messwerte und auch einige Pflege- und Vorsichtsmaßnahmen, um z. B. Kameras und Lichtschranken funktionstüchtig zu halten.

[0009] Gemäß der EP 0 004 906 A1 wird versucht, das Tropfengewicht durch Messung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungskräften des Tropfens in einem Kurvenstück zu bestimmen. Hierzu werden vier Lichtschranken und ein Kraftsensor verwendet. Dazu ist ebenfalls ein relativ großer technischer Aufwand, insbesondere ein besonders hoher Materialaufwand in heißer Umgebung, erforderlich.

Darüber hinaus ist mit überlagerten mechanischen Schwingungen zu rechnen, die das Messergebnis verfälschen können.

[0010] Ein neueres, gattungsgemäßes Verfahren ist in der DE 44 43 991 C1 offenbart. Gemäß diesem Verfahren wird versucht, das Tropfengewicht bzw. die Tropfenmasse dadurch zu bestimmen, dass der Tropfen durch ein elektromagnetisches Wechselfeld geführt und die daraus resultierenden Wirbelstromverluste als Maß für das Tropfengewicht messtechnisch erfasst werden. Dazu wird z. B. eine hochfrequent erregte Spule verwendet. Dieses Verfahren ist zwar technisch relativ einfach zu realisieren, es wird aber dennoch für jede Sektion einer IS-Glasformmaschine getrennt implementiert und erfordert ein gleichbleibendes Widerstandsprofil der Glastropfen. Denn der Energieentzug des Wechselfeldes hängt auch vom Widerstand des Glases ab, so dass Widerstandsänderungen des Glases aufgrund von Temperaturänderungen, Temperaturinhomogenitäten oder einer Variation der Zusammensetzung des Glases einen direkten Einfluss auf die messbaren Wirbelstromverluste haben. Somit ist eine sehr häufige Neukalibrierung der Messanordnung unumgänglich, da weder die Temperatur noch die Zusammensetzung des Glases absolut konstant gehalten werden können. Eine zentrale Anordnung des Wirbelstromverlust-Sensors direkt unterhalb einer Tropfenschere scheint wegen der Spule mit größerem Aufwand verbunden zu sein und wurde bisher nicht berichtet.

[0011] JP 07232927 A ist auf eine Vorrichtung und ein Verfahren gerichtet, mit dem in Echtzeit das Gewicht eines Glastropfens bestimmt wird, wobei dieses Gewicht aus der Geometrischen Gestalt des Tropfens abgeleitet wird, wobei diese wiederum mittels einer Lichtquelle bzw. Laserstrahls und einer Photodiode erschlossen wird.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren zur Verfügung zu stellen, das weitgehend unabhängig ist vom Widerstandsprofil der zu messenden Glastropfen. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu beschreiben.

[0013] Diese Aufgabe wird in Bezug auf das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0014] Schmelzflüssiges Glas ist aufgrund seiner hohen Temperatur elektrisch leitend. Die elektrische Leitfähigkeit ist durch Ionenleitung begründet. Wird ein leitender Körper zwischen die Platten eines Plattenkondensators gebracht, ändert sich die Kapazität des Kondensators, da sich entsprechend des Feldes zwischen den Kondensatorplatten Ladungen auf der Oberfläche des leitenden Körpers bilden. Da lediglich Ladungen verschoben werden, findet keine Leistungsumsetzung statt, so dass die Kapazitätsänderung weitgehend unabhängig von dem elektrischen Widerstand des in den Plattenkondensator eingebrachten elektrisch leitenden Körpers ist. Beispielsweise ergibt sich bei Einbringung eines Kupferleiters in einen Plattenkondensator die gleiche Kapazitätsänderung wie bei Einbringung eines leitfähigen Kunststoffes, der die gleichen mechanischen Außenmaße wie der Kupferleiter aufweist und dessen elektrischer Widerstand im hohen Mega-Ohm-Bereich liegt.

[0015] Somit ist auch das erfindungsgemäße Messverfahren weitgehend unabhängig vom elektrischen Widerstand des Glastropfens, weshalb eine Nachkalibrierung des Sensors nur relativ selten erforderlich ist.

[0016] Je breiter der Tropfen ist, also je mehr Raum er in horizontaler Ausdehnung zwischen den Kondensatorplatten einnimmt, desto größer wird die Kapazität des Kondensators. Somit lässt sich aus der gemessenen Kapazität die Breite des Tropfens bestimmen. Nach einer Bestimmung der Länge des Tropfens kann aus dem Tropfenvolumen und der

bekannten Dichte bzw. spezifischen Masse des schmelzflüssigen Glases die Masse des Tropfens bestimmt werden.

[0017] Vorzugsweise wird der Tropfen durch eine Anordnung von Plattenkondensatoren hindurch fallengelassen, bei der die Kondensatorplatten ringförmig um die Fallstrecke des Tropfens angeordnet sind.

[0018] Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass für aufeinanderfolgende scheibenförmige Abschnitte des Tropfens dessen Breite bestimmt wird. Die scheibenförmigen Abschnitte können so gewählt werden, dass die Summe ihrer Volumina das Gesamtvolumen des Tropfens ergibt. Dazu ist es erforderlich, die Geschwindigkeit des fallenden Tropfens zu kennen. Die Geschwindigkeit kann aus dem bekannten Abstand zwischen der Tropfenschere und dem Sensor aufgrund des Fallgesetzes abgeschätzt werden. Sie kann jedoch auch genauer mit Hilfe der unten beschriebenen Verfahren bestimmt werden.

[0019] Die Länge des Tropfens kann mittels mindestens einer Lichtschranke bestimmt werden. Wenn die Geschwindigkeit des Tropfens wie oben beschrieben abgeschätzt wird, reicht eine Lichtschranke zur Längenbestimmung aus.

[0020] Genauer kann die Länge des Tropfens mittels zweier voneinander beabstandeter Lichtschranken bestimmt werden, die vorzugsweise oberhalb der Kondensatorplatten angeordnet sind. Dabei wird die Geschwindigkeit des Tropfens durch Messen der Zeit bestimmt, die der Tropfen benötigt, um von der ersten Lichtschranke zu der zweiten Lichtschranke zu gelangen. Unter Verwendung des so erhaltenen Geschwindigkeitswertes kann aus der ferner gemessenen Zeit, die der Tropfen benötigt, um eine der beiden Lichtschranken zu passieren, die Länge des Tropfens ermittelt werden.

[0021] Die zur Bestimmung der Tropfenlänge benötigte Geschwindigkeit des Tropfens kann auch dadurch ermittelt werden, dass die Zeit gemessen wird, die der Tropfen benötigt, um von einer oberhalb des Sensors angeordneten Lichtschranke zu dem Sensor zu gelangen. Dabei dient als Signal für den Zeitpunkt, in dem der Tropfen den Sensor erreicht, der Beginn einer Abweichung der Sensorkapazität vom Ruhewert der Kapazität.

[0022] Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Tropfenlänge besteht darin, entlang der Fallstrecke des Tropfens einen zweiten Sensor in Form von mindestens einem Plattenkondensator vorzusehen. In diesem Fall wird die Tropfengeschwindigkeit unter Verwendung der Zeit bestimmt, die der Tropfen benötigt, um von dem ersten Sensor zu dem zweiten Sensor zu gelangen. Auch hier wird der Beginn einer Abweichung der Kapazität vom Ruhewert zur Messung des Zeitpunkts, zu dem der Tropfen den jeweiligen Sensor erreicht, verwendet.

[0023] Die vorerwähnte Aufgabe wird in Bezug auf die Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst. Die Vorrichtung weist eine Auswerteeinheit auf, die zur Bestimmung der Tropfenbreite aus der Änderung der Sensorkapazität dient, wenn der Tropfen den Sensor passiert. Ferner wird mittels der Auswerteeinheit die Tropfenmasse aus dem ermittelten Tropfenvolumen und der bekannten Dichte des schmelzflüssigen Glases errechnet.

[0024] Die Auswerteeinheit kann über eine Signalleitung mit einer Steuereinheit für den Speiserkopf zur Dosierung der Tropfenmenge verbunden sein.

[0025] Bevorzugte Ausgestaltungen der Vorrichtung sind in den Ansprüchen 9 bis 14 angegeben.

[0026] Die Vorteile, die oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, treffen entsprechend auf die erfindungsgemäße Vorrichtung zu. Die Vorrichtung ist derart einfach und robust, dass sie sich ohne Schwierigkeiten direkt im Kopf des Tropfenverteilers ein-

bringen lässt und somit eine zentrale Messung für alle Tropfen eines Speiserkopfes ermöglicht.

[0027] Es kann vorgesehen sein, die Kondensatorplatten in ein hitzebeständiges Trägermaterial einzubetten, um den hohen Temperaturen am Eingang des Tropfenverteilers standhalten zu können. Bei dem Trägermaterial kann es sich um Metall handeln, gegenüber dem die Kondensatorplatten isoliert sind, oder auch um ein isolierendes Material, wie z. B. hitzebeständige Keramik. In dem Trägermaterial können Düsen am Rand der Kondensatorplatten angeordnet sein, die dazu dienen, einen Luftstrom über die Fläche der jeweiligen Kondensatorplatte zu führen. Auf diese Weise kann die freie Fläche der Kondensatorplatten von Verunreinigungen freigeblasen werden.

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei auf die Figuren Bezug genommen wird. Es zeigen:

[0029] Fig. 1 ein Beispiel der Abhängigkeit der Kapazität eines Plattenkondensators von der Breite eines zwischen die Platten des Kondensators geführten leitenden Körpers,

[0030] Fig. 2a schematisch eine Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines schmelzflüssigen Glastropfens mit einem Sensor, einer Lichtschranke und einer Auswerteeinheit,

[0031] Fig. 2b schematisch eine Draufsicht auf den mehrere Plattenkondensatoren aufweisenden Sensor gemäß Fig. 2a,

[0032] Fig. 2c schematisch eine Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines schmelzflüssigen Glastropfens mit einem Sensor, zwei Lichtschranken und einer Auswerteeinheit,

[0033] Fig. 3 schematisch eine Lichtschrankenordnung zur Bestimmung der Geschwindigkeit eines Glastropfens,

[0034] Fig. 4 schematisch eine weitere Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines Glastropfens mit zwei Sensoren und einer Auswerteeinheit und

[0035] Fig. 5 schematisch eine Teilansicht einer Kondensatorplatte, die in ein Trägermaterial mit Freiblasdüsen eingebettet ist.

[0036] In allen Figuren sind entsprechende Teile mit den selben Bezugszeichen bezeichnet.

[0037] Die Kapazität eines Kondensators wird bei festem Plattenabstand vom eingebrachten Dielektrikum und, sofern ein Leiter zwischen die Platten gebracht ist, von dessen Ausdehnung zwischen den Platten bestimmt. Eine einfache Rechnung zeigt, dass sich die Gesamtkapazität eines Plattenkondensators nicht ändert, wenn ein zwischen den Platten angeordneter leitender Körper zwischen den Platten senkrecht zu diesen verschoben wird.

[0038] In Fig. 1 ist die Abhängigkeit der auf der Ordinate aufgetragenen Kapazität eines Plattenkondensators von der auf der Abszisse aufgetragenen Breite eines zwischen die Kondensatorplatten gebrachten leitenden Körpers dargestellt. Der Plattenkondensator weist eine Plattenfläche von $314,16 \text{ mm}^2$ auf und einen Plattenabstand von 40 mm. Die Breite bzw. Dicke des Körpers variiert zwischen 20 und 39 mm. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass durch eine Messung der Kapazität des Kondensators unmittelbar auf die Breite des sich zwischen den Kondensatorplatten befindenden Körpers rückgeschlossen werden kann. Es kann beispielsweise eine Kapazitätsauflösung von $16 \cdot 10^{-15} \text{ F}$ erreicht werden und damit die Breite des Tropfens mit einer Genauigkeit von $5,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ bestimmt werden.

[0039] Die Vorrichtung 1 gemäß Fig. 2a weist einen Sensor 2, eine Lichtschranke 3 und eine Auswerteeinheit 4 auf. Ferner ist in Fig. 2a ein frei fallender schmelzflüssiger Glastropfen 5 dargestellt, der sich mit einem Teilbereich zwischen Kondensatorplatten 6a und 6b des Sensors 2 befindet.

[0040] Wie aus Fig. 2b ersichtlich ist, weist der Sensor 2

vier Plattenkondensatoren 6 bis 9 auf, deren Platten 6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b ringförmig um die durch Pfeil 10 ange-deutete Fallstrecke des Tropfens 5 angeordnet sind und eine vertikale Ausdehnung von 5 mm aufweisen. Die einzelnen Plattenkondensatoren 6 bis 9 sind über Leitungen mit der Auswerteeinheit 4 verbunden, wobei von jeder Kondensa-torplatte eine Leitung zu der Auswerteeinheit 4 führt. Von diesen Leitungen ist eine beispielhaft dargestellt und mit dem Bezugszeichen 11 versehen ist. Ferner ist die Licht-schranke 3 über eine weitere Leitung 12 mit der Auswerte-einheit 4 verbunden.

[0041] Durch die Linien 13a und 13b ist schematisch der Detektionsbereich des Sensors 2 dargestellt. Dieser Detek-tionsbereich deckt einen scheibenförmigen Abschnitt des Tropfens 5 ab. Um den gesamten Tropfen 5 zu erfassen, sollte in vorgegebenen zeitlichen Abständen vorzugsweise so gemessen werden, dass alle erfassten scheibenförmigen Abschnitte des Tropfens 5 zusammen das Gesamtvolumen des Tropfens 5 ergeben. Es muss also mit einer bestimmten Frequenz die Kapazität des Sensors 2 gemessen werden. Dazu wird die Kenntnis der Geschwindigkeit des fallenden Tropfens 5 benötigt.

[0042] Die Tropfengeschwindigkeit kann mit Hilfe des Fallgesetzes dadurch ermittelt werden, dass die Zeit gemessen wird, die der Tropfen 5 benötigt, um eine bestimmte Strecke zurückzulegen. Eine solche Messung kann bei-spielsweise mittels zweier Lichtschranken 18 und 19 erfol-gen, die wie in Fig. 3 dargestellt angeordnet sind.

[0043] Ein die Länge L und die Breite B aufweisender Glastropfen, der zur besseren Verdeutlichung des Messprin-zips mit im Wesentlichen geraden Seitenlinien dargestellt und wie der Tropfen in Fig. 2a mit dem Bezugszeichen 5 versehen ist, hat bei der Darstellung in Fig. 3 mit seiner Un-terseite gerade die Lichtschranke 18 passiert. Der Tropfen 5 besitzt bei Erreichen der Lichtschranke 18 eine Geschwin-digkeit v_0 , die es zu ermitteln gilt.

[0044] Für die Strecke s gilt

$$s = v_0 t + g t^2 / 2 \quad (1),$$

wobei g die Fallbeschleunigung und t die Zeit ist, die der Tropfen 5 benötigt, um von der Lichtschranke 18 zu der Lichtschranke 19 zu gelangen. Daraus folgt für v_0 :

$$v_0(s, t) = (s - g t^2 / 2) / t \quad (2).$$

[0045] Auf diese Weise kann die Geschwindigkeit v_0 sehr genau ermittelt werden. Alternativ könnte die Ermittlung dieser Geschwindigkeit auch dadurch erfolgen, dass die Fallstrecke von der Tropfenschere bis zu der Lichtschranke 18 gemessen wird und über das Fallgesetz die Fallzeit und durch Multiplikation mit der Fallbeschleunigung die Ge-schwindigkeit v_0 errechnet wird. Diese Bestimmung der Tropfengeschwindigkeit ist jedoch weniger genau.

[0046] Die Länge L des Tropfens 5 wird mit Hilfe der obi-gen Formel (1) berechnet, indem für t die Zeit eingesetzt wird, während der die Lichtschranke 18 verdunkelt ist. Alternativ kann die Länge L des Tropfens 5 auch über eine Messung der Verdunklungszeit der Lichtschranke 19 erfol-gen. In diesem Fall ergibt sich die Länge L des Tropfens 5 auf folgende Weise:

$$L = (v_0 + g t_d) t_d + g t_d^2 / 2 \quad (3),$$

wobei v_0 die Geschwindigkeit des Tropfens 5 bei Erreichen der Lichtschranke 18, t_d die Zeit ist, die der Tropfen 5 benö-tigt, um von der Lichtschranke 18 zu der Lichtschranke 19 zu gelangen, und t_d die Verdunklungszeit der Licht-

schranke 19 ist.

[0047] Bei der Vorrichtung 1 gemäß Fig. 2a nimmt der Sensor 2 in Bezug auf die Bestimmung der Geschwindigkeit des Tropfens 5 bei Erreichen der Lichtschranke 3 vom Prin-zip her die Funktion der Lichtschranke 19 in Fig. 3 ein. Da-bei dient als Signal dafür, dass der Tropfen 5 den Sensor 2 erreicht hat, das Detektieren des Beginns einer Abweichung der Sensorkapazität vom Ruhewert. Aus der ermittelten Ge-schwindigkeit des Tropfens 5 bei Erreichen der Licht-schranke 3 und der gemessenen Verdunklungszeit der Lichtschranke 3 bei Passieren des Tropfens 5 wird die Trop-fenlänge L bestimmt. Alternativ könnte die Tropfenlänge L auch dadurch bestimmt werden, dass die Zeit gemessen wird, während der die Kapazität des Sensors 2 bei Passieren des Tropfens 5 vom Ruhewert abweicht, und die Formel (3) entsprechend verwendet wird.

[0048] Die Auswertung der Messdaten in Bezug auf die Bestimmung der Fallgeschwindigkeit und der Länge des Tropfens 5 wird mit Hilfe der Auswerteeinheit 4 vorgenom-men.

[0049] Wenn die Geschwindigkeit des Tropfens 5 auf der Höhe der Lichtschranke 3 bekannt ist, kann natürlich auch mit Hilfe des Fallgesetzes auf einfache Weise die Geschwin-digkeit des Tropfens 5 bei Erreichen des Sensors 2 berech-net werden. Diese Geschwindigkeit wird benötigt, um bei vorgegebener Messfrequenz des Sensors bestimmen zu kö-nnen, welche Tropfenlänge zwischen zwei aufeinanderfol-genden Messungen der Breite eines scheibenförmigen Ab-schnitts des Tropfens 5 den Sensor 2 passiert hat. Entspre-chend kann wie oben beschrieben die Messfrequenz auch so eingestellt werden, dass über die gesamte Länge L des Trop-fens 5 dessen Breite B gemessen wird. Die Messdaten in Be-zug auf die Breite des Tropfens 5 werden ebenfalls an die Auswerteeinheit 4 gegeben, welche das Volumen und aus dem Volumen und der Dichte des schmelzflüssigen Glases des Tropfens 5 dessen Masse berechnet.

[0050] Es kann auch vorgesehen sein, dass bei der Vor-richtung 1 gemäß Fig. 2a anstelle der Lichtschranke 3 die beiden Lichtschranken 18 und 19 gemäß Fig. 3 oberhalb des Sensors 2 angeordnet sind. Eine solche Vorrichtung 1' ist schematisch in Fig. 2c dargestellt. Mit Hilfe der beiden Lichtschranken 18 und 19, die über Leitungen 12' und 12'' mit der Auswerteeinheit 4 verbunden sind, werden die Ge-schwindigkeit und die Länge L des Tropfens 5 wie oben be-schrieben bestimmt.

[0051] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform 20 einer Vorrichtung zur Bestimmung der Masse eines schmelzflüs-sigen Glastropfens. Anstelle der Lichtschranke 3 der Vor-richtung 1 ist bei der Vorrichtung 20 ein weiterer Sensor 2' vorgesehen, der wie der Sensor 2 vier Plattenkondensatoren aufweist. Deren Platten sind ringförmig um die durch Pfeil 10 angedeutete Fallstrecke eines nicht gezeigten Tropfens angeordnet. In Fig. 4 ist von den vier Plattenkondensatoren einer gezeigt und mit dem Bezugszeichen 6' bezeichnet. Auch bei dem Sensor 2' führt jeweils eine Leitung von den Kondensatorplatten zu der Auswerteeinheit 4. Von diesen Leitungen ist wiederum eine beispielhaft dargestellt und mit dem Bezugszeichen 11' bezeichnet.

[0052] Bei der Vorrichtung 20 übernimmt der Sensor 2' vom Prinzip her die Funktion der Lichtschranke 18 und der Sensor 2 die Funktion der Lichtschranke 19 gemäß Fig. 3. Wie für die Vorrichtung 1 bzw. 1' beschrieben, dient dabei als Signal, dass ein Tropfen den Sensor 2' bzw. 2 erreicht hat, die Detektion einer Abweichung der entsprechenden Sensorkapazität vom Ruhewert. Somit dienen also die bei-den Sensoren 2 und 2' zur Bestimmung der Tropfenge-schwindigkeit und im Weiteren zur Bestimmung der Trop-fenlänge L. Die Tropfenbreite B wird, wie oben für die Vor-

richtung 1 bzw. 1' beschrieben, mit Hilfe des Sensors 2 bestimmt.

[0053] Fig. 5 zeigt in Teilansicht einen Längsschnitt durch einen Tropfenkanal, der von der Tropfenschere bis zu einer Scooprinne führt. Die Kanalwandung, von der nur eine Seite 5 gezeigt ist, ist durch ein z. B. aus Metall bestehendes Trägermaterial 21 gebildet. In dieses Trägermaterial 21 sind die metallisch leitenden, gegeneinander isolierten Platten des hier beispielhaft gezeigten Sensors 2 eingebettet. Die Mittellinie des Kanals ist durch die strichpunktierte Linie 17 10 dargestellt. Von diesen Kondensatorplatten ist beispielhaft eine dargestellt, die entsprechend Fig. 2a mit dem Bezugszeichen 6b versehen ist.

[0054] Sowohl die Kondensatorplatte 6b als auch die Leitung 11 sind durch einen Isolator 23 aus hitzebeständiger 15 Keramik von dem Trägermaterial 21 getrennt.

[0055] Am oberen und unteren Rand der Kondensatorplatte 6b sind Düsen 24 und 25 angeordnet, die dazu dienen, Luft auf die freie Fläche der Kondensatorplatte 6b zu blasen, um diese frei von Verunreinigungen zu halten. Die Düsen 24 20 und 25 werden über Kanäle 26 und 27, die durch das Trägermaterial 21 hindurchführen, mit Luft versorgt. Alle weiteren Kondensatorplatten, die hier nicht gezeigt sind, sind entsprechend mit solchen Freiblaskanälen versehen. Bei Bedarf wird zum Freiblasen der Kondensatorflächen ein entsprechender Luftstrom eingeschaltet. 25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Masse eines frei fallenden, schmelzflüssigen Glastropfens (5), der zur Formung eines Glasbehälters in einer Glasformmaschine vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tropfen (5) zwischen als Sensor (2, 2') dienenden Platten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) von mindestens einem Kondensator (6 bis 9) hindurch fallen gelassen wird, eine dadurch hervorgerufene Kapazitätsänderung des Kondensators (6 bis 9) gemessen wird, aus der Kapazitätsänderung die Breite (B) des Tropfens (5) bestimmt wird, ferner die Länge (L) des Tropfens (5) bestimmt wird und aus dem ermittelten Volumen des Tropfens (5) und der bekannten Dichte des schmelzflüssigen Glases die Masse des Tropfens (5) bestimmt wird. 30
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Tropfen (5) zwischen mehreren Plattenkondensatoren (6 bis 9) hindurch fallen gelassen wird, wobei die Kondensatorplatten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) ringförmig um die Fallstrecke des Tropfens (5) angeordnet sind. 35
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für vertikal aufeinanderfolgende scheibenförmige Abschnitte des Tropfens (5) die Tropfenbreite bestimmt wird. 40
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) des Tropfens (5) mittels mindestens einer Lichtschranke (3; 18, 19) bestimmt wird. 45
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) des Tropfens (5) mittels zweier voneinander beabstandet oberhalb der Kondensatorplatten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) angeordneter Lichtschranken (18, 19) bestimmt wird, indem die Geschwindigkeit des Tropfens (5) durch Messen der Fallzeit zwischen den beiden Lichtschranken (18, 19) ermittelt wird und ferner die Zeit bestimmt wird, die der Tropfen (5) benötigt, um eine der beiden Lichtschranken (18, 19) zu passieren. 50

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) des Tropfens (5) unter Verwendung einer oberhalb des Sensors (2) angeordneten Lichtschranke (3) bestimmt wird, wobei zur Bestimmung der Tropfengeschwindigkeit die Fallzeit zwischen der Lichtschranke (3) und dem Sensor (2) durch Messen des Beginns einer Abweichung der Sensorkapazität vom Ruhewert gemessen wird und ferner die Zeit gemessen wird, die der Tropfen (5) benötigt, um die Lichtschranke (3) zu passieren. 5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) des Tropfens (5) bestimmt wird, indem entlang der Fallstrecke angeordnete als ein zweiter Sensor (2') dienende Platten mindestens eines weiteren Kondensators (6') verwendet werden, um durch Messung des Beginns einer Abweichung der Kapazität des ersten und des zweiten Sensors (2, 2') vom Ruhewert die Geschwindigkeit des Tropfens (5) zu bestimmen, und indem aus der Kapazitätsänderung eines der beiden Sensoren (2, 2') die Zeit bestimmt wird, die der Tropfen (5) benötigt, um den Sensor (2, 2') zu passieren. 10

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens einen als Sensor (2) dienenden Plattenkondensator (6 bis 9), dessen Platten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) so angeordnet sind, dass ein schmelzflüssiger Glastropfen (5) in einer Glasformmaschine zwischen ihnen hindurch fallen gelassen werden kann, durch Mittel zur Bestimmung der Länge (L) des Tropfens (5) und durch eine Auswerteeinheit (4) zur Bestimmung der Breite (B) des Tropfens (5) aus der Änderung der Sensorkapazität bei Passieren des Tropfens (5) und zur Bestimmung der Masse des Tropfens (5) aus dessen Volumen und der bekannten Dichte des schmelzflüssigen Glases. 15

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrere Plattenkondensatoren (6 bis 9) aufweist, deren Platten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) ringförmig um die Fallstrecke des Tropfens (5) angeordnet sind. 20

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensatorplatten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) in ein Trägermaterial (21), das einen Kanal für die fallenden Tropfen (5) begrenzt, eingebettet sind. 25

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Trägermaterial (21) zu den Kondensatorplatten (6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b) hin ausgerichtete Düsen (24, 25) für ein Freiblasen der Kondensatorplatten vorgesehen sind. 30

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Bestimmung der Tropfenlänge (L) mindestens eine Lichtschranke (3) aufweisen. 35

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Lichtschranken (18, 19) oberhalb des Sensors (2) angeordnet sind. 40

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Bestimmung der Tropfenlänge mindestens einen als zweiter Sensor (2') dienenden Plattenkondensator (6') aufweisen, der beabstandet zu dem ersten Sensor (2) so angeordnet ist, dass der schmelzflüssige Tropfen (5) auch zwischen den Platten des zweiten Sensors (2') hindurchfällt. 45

Fig.1

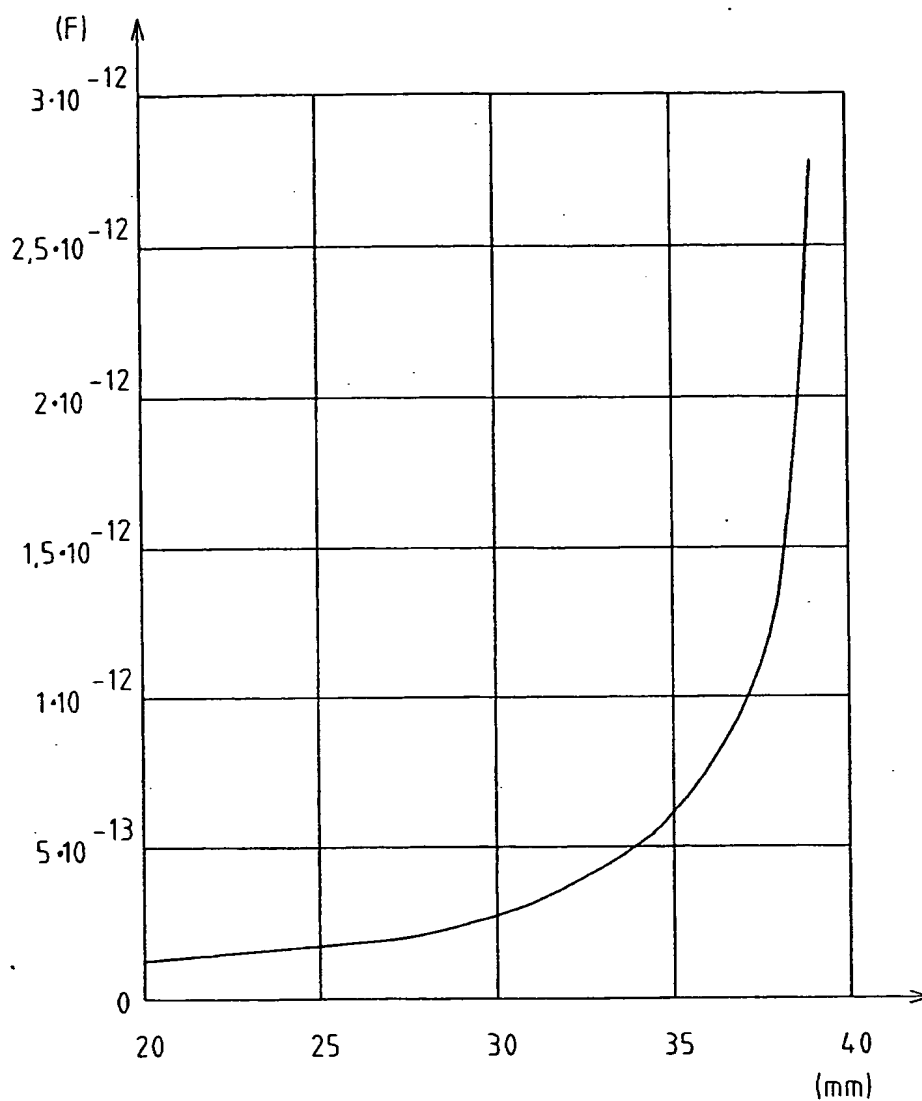


Fig.2a

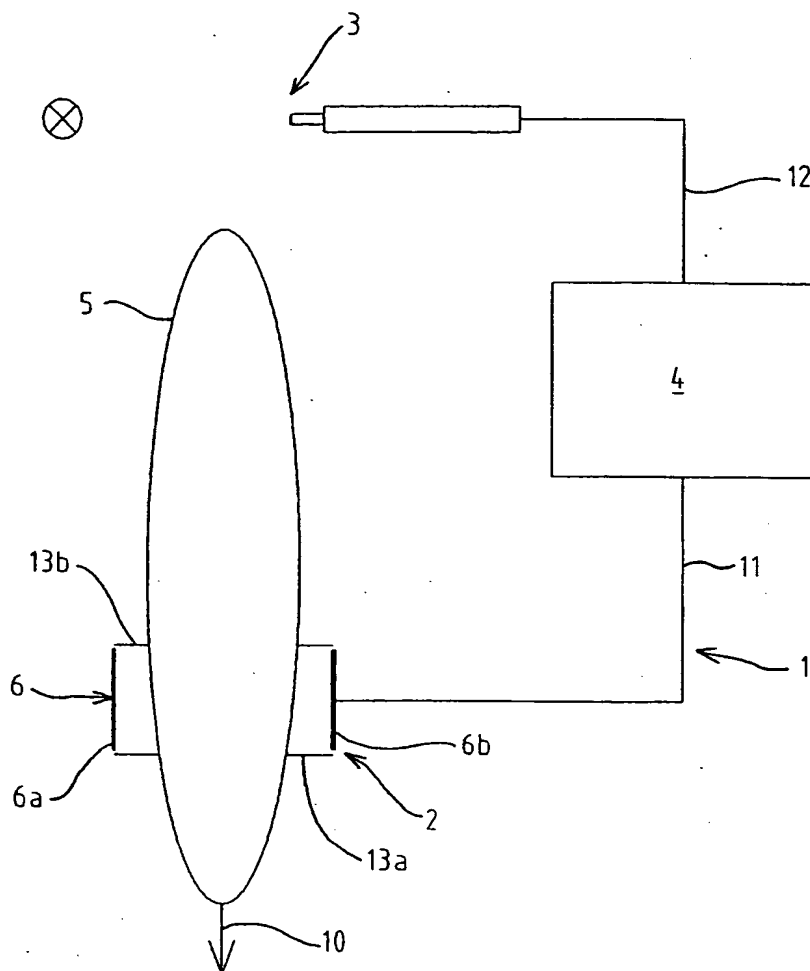


Fig.2b

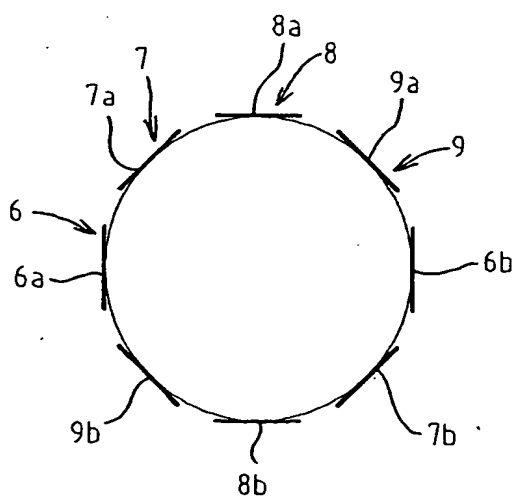


Fig.4

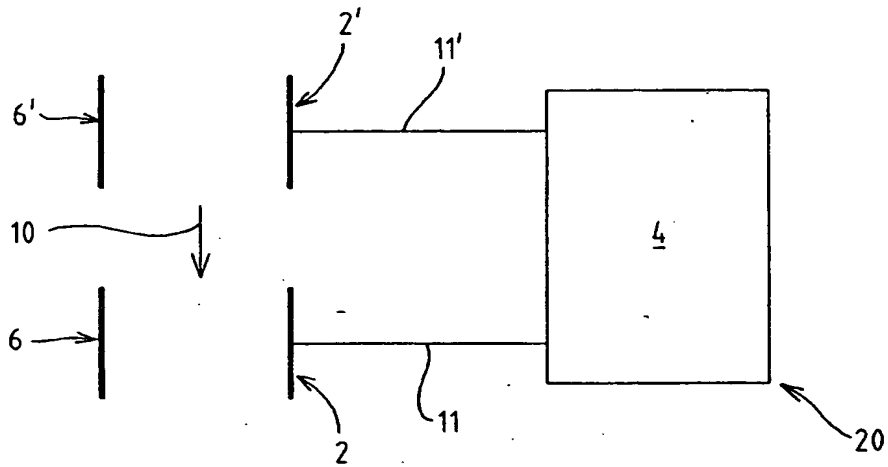


Fig.5

